基于LabVIEW 的电路基本实验系统的设计

雷宇 覃林 顾理

（中国科学技术大学 电子技术与科学系，安徽 合肥 230026）

摘要

摘要：应用labVIEW软件进行电路基本实验系统的设计，介绍了电路基本实验系统的构成及应用系统进行仿真的方法，并对实验仿真的结果进行了分析。实验结果表明系统能正确的反映出电路的特点，适合在电路实验教学中进行推广。

关键词：labVIEW,电路实验，虚拟仪器，实验系统

0.引言

LabVIEW是美国国家仪器公司(NI)专门为开发虚拟仪器应用软件而设计的图形化编程环境，它的最大优点是直观易学,编程效率高，用它来开发各种仪器及虚拟电路具有独到之处。

LabVIEW的核心是Virtual Instrument 简称VI，VI 由一个人机对话的用户界面———前面板和类似于源代码功能的方框图(程序框图)组成。前面板接受来自方框图的指令。在前面板中,控件模拟了仪器的输入装置并把数据提供给VI；而指示器则模拟了仪器的输出装置并显示由程序框图获得或产生的数据。

LabVIEW不仅广泛应用于科学研究及工业自动化中，在学校的实验室及电子课程辅助教学中也有着较好的应用。由于LabVIEW 的控件模板中不仅提供了仿真度较高的各种仪器面板、按钮、开关、指示灯、波形显示器等电路器件，还提供了易使用的绘图工具，教学辅助模板中又提供了各种波形信号发生器的仿真程序，在Lab VIEW功能模板的布尔运算子模板中，包含着功能齐全的逻辑运算功能[1]，因此可很容易地应用于课堂教学与实验中。

在课堂教学中，学生经常困扰于书上的公式和定理，而书上的实验波形单一而缺乏变化。基于LABVIEW的虚拟电路实验系统可以动态的反应电路的性能，并能将各种数据迅速的传达给学生，为电路课程的教学提供一种全新的辅助手段。

1.虚拟电路实验系统的总体设计

虚拟电路实验系统挑选了电路实验中常见的几个实验：RLC谐振电路，运放电路和电路基本定理。进入界面后，先选择你想要的实验，进入各个实验的子界面后，输入参数，点击运行按钮，即可得到详细的实验数据和图像。

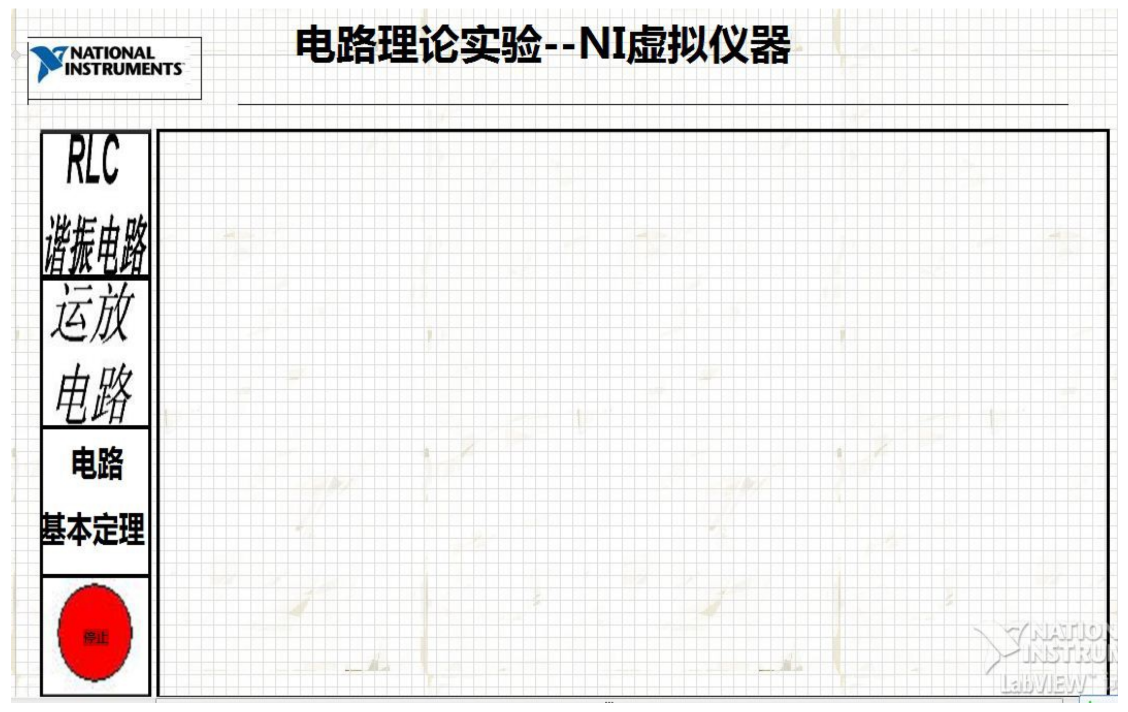


图 1　实验项目选择界面

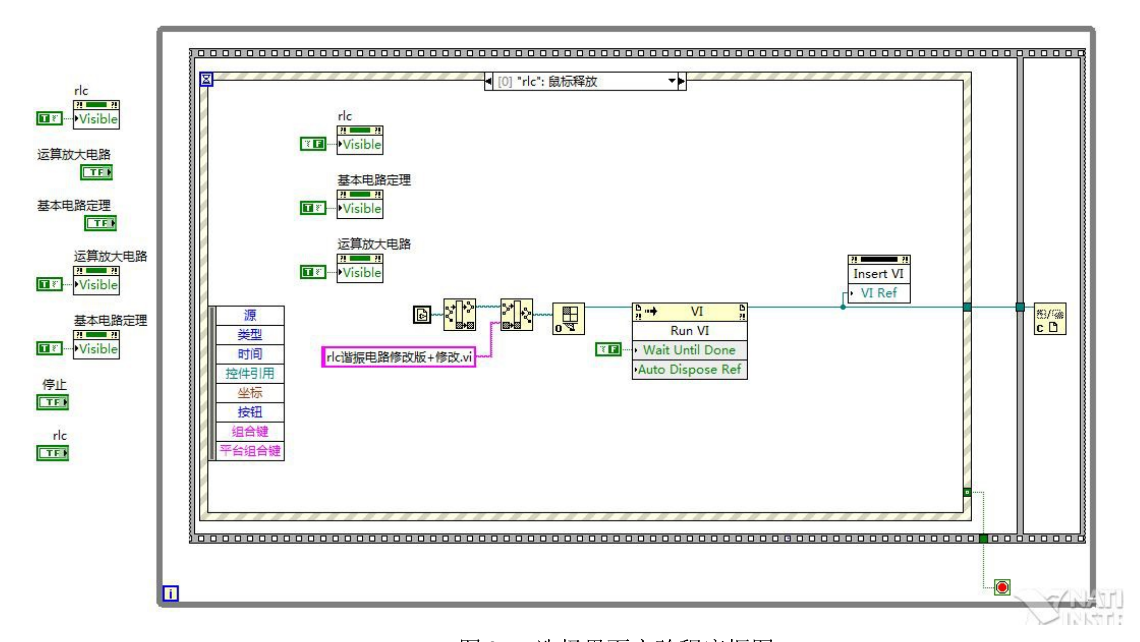


图 2　选择界面实验程序框图

2.*RLC* 谐振电路

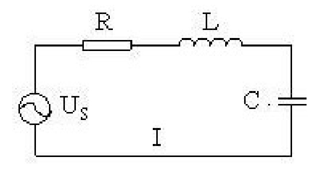


图 3 RLC 串联电路电路图

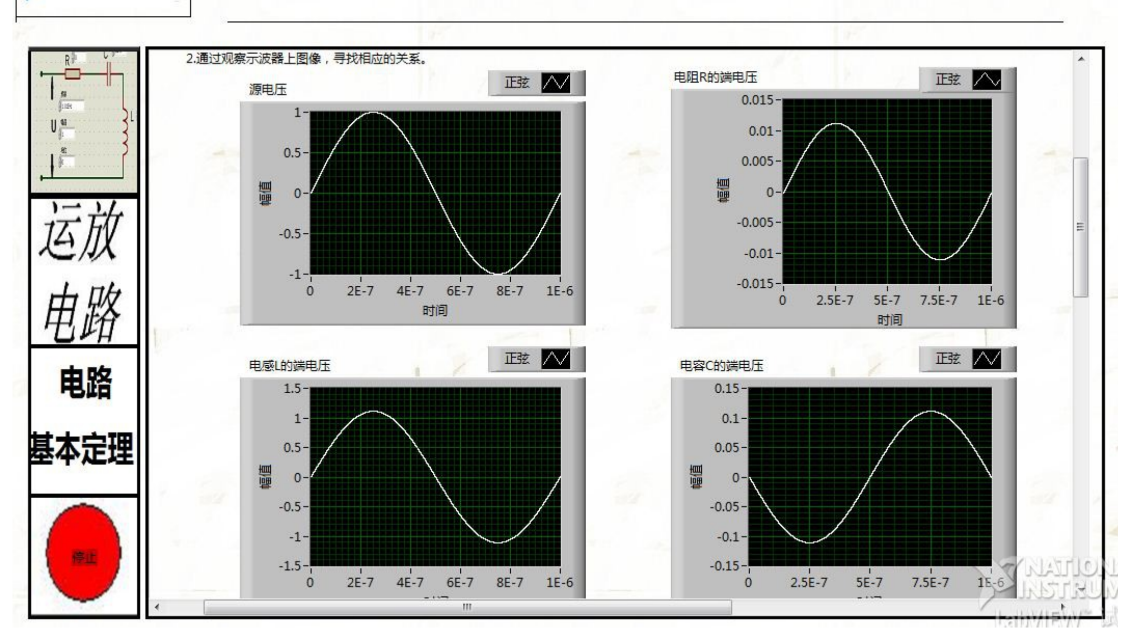


图 4 RLC 谐振电路波形表

（1）幅频特性

LRC 串联电路的谐振电路如图 2 所示。其电路方程为：

$$I=\frac{U}{\sqrt{R^2+(\omega L-\frac{1}{\omega C})^2}}$$

式中 I 和 U 分别为复电流及复电压的有效值。电路中，电流与电压间的相位差准 Φ 为：

$$\phi=\mathrm{arctg}\frac{\omega L-\frac{1}{\omega C}}{R}$$

当信号源电压保持恒定，改变信号源频率，当 $\omega L-1/(\omega\times C)=0$，即 $\Phi=0$ 时，回路电流出现最大值，对应的 U_R 值也最大，此时称电路谐振，对应的信号源频率称为谐振频率。

（2）品质因数 Q

Q 值标志谐振电路性能的好坏，称为电路的品质因数，它定义为回路的特性阻抗与回路电阻的比值，即：

$$Q=\frac{\omega_0 L}{R}=\frac{\frac{1}{\omega_0 C}}{R}=\frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}}$$

当 $Q>>1$ 时，U_L 和 U_C 都远大于信号源输出电压 U。谐振时，$U_L=U_C$，即纯电感两端的电压与理想电容两端的电压相等，并且，电容或电感上的电压是信号源输出电压的 Q 倍，即有：$U_L=U_C=QU$[2]。

(3)谐振

对于任何含有电感和电容的一端口电压，在一定条件下可呈现电阻性，其端口电压与电流同相位，则称此端口电路发生谐振（resonance)[3]。

(4)结果分析

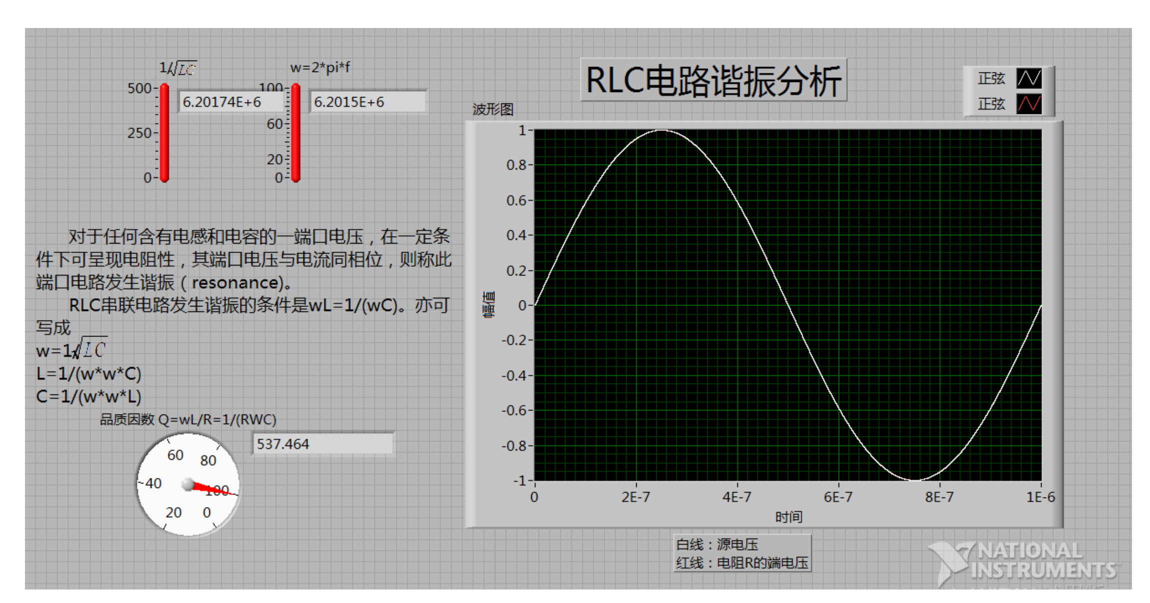


图 5 RLC 谐振电路测试谐振部分

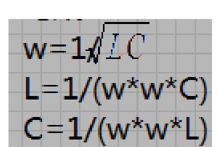
表 1 RLC 谐振电路实验数据

R（Ω）	C（pF）	L(mH)	F(Hz)	源电压幅值(V)	源电压相位（rad)	ω（rad/s)	$1/\sqrt{LC}$	Q	电阻 R 端电压相位(rad)
3	1×10^{-10}	2.6×10^{-4}	9.87×10^{5}	1	0	6.20×10^{6}	6.20×10^{6}	537.46	0
16.2	1×10^{-9}	2.6×10^{-4}	9.87×10^{5}	1	0	6.20×10^{6}	1.96×10^{6}	31.47	-1.56
16.2	1×10^{-10}	2.6×10^{-2}	9.87×10^{5}	1	0	6.20×10^{6}	6.20×10^{5}	995.34	-2.11
16.2	1×10^{-10}	2.6×10^{-4}	4×10^{7}	1	0	2.51×10^{8}	6.20×10^{6}	99.50	-1.32
16.2	1×10^{-10}	2.6×10^{-4}	9.87×10^{5}	2	0	6.20×10^{6}	6.20×10^{6}	99.50	0
16.2	1×10^{-10}	2.6×10^{-4}	9.87×10^{5}	1	10	6.20×10^{6}	6.20×10^{6}	99.50	10
16.2	1×10^{-10}	2.6×10^{-4}	9.87×10^{5}	1	0	6.20×10^{6}	6.20×10^{6}	99.50	0

3 结论:

1.电阻 R，源电压幅值与相位和是否相位无关。源电压幅值，频率与相位和品质因数 Q 无关。

2.RLC 串联电路发生谐振的条件是 ωL=1/（ωC)。亦可写成



3.RLC 谐振电路 Q 值越高，在一定的电源电压作用下，谐振时获得的电感电压和电容电压就越大；而且 Q 值越高，谐振曲线在谐振频率 ω_0附近的变化率越大，因此偏离 ω_0的信号源所引起的响应将显著减小。从这种意义上说，谐振电路的 Q 值越高，其选择性越好。但是 Q 值越高，将使通频带便窄，传输语音和图像时应具有必要的通带宽度，通带过窄会影响传输信号的质量。在 RLC 串联谐振电路中选择性和通带宽度这对矛盾只能兼顾，而不能解决[3]。

3.运放电路

（1）电路简析

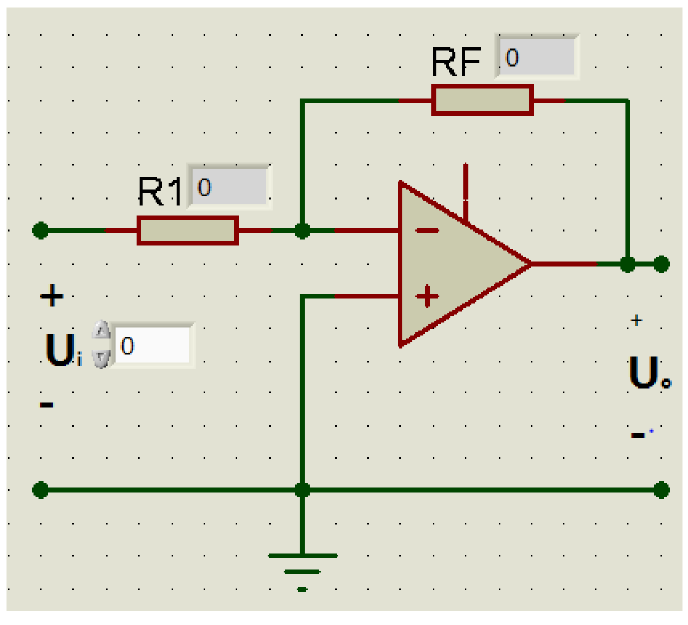


图 6 反相比例器

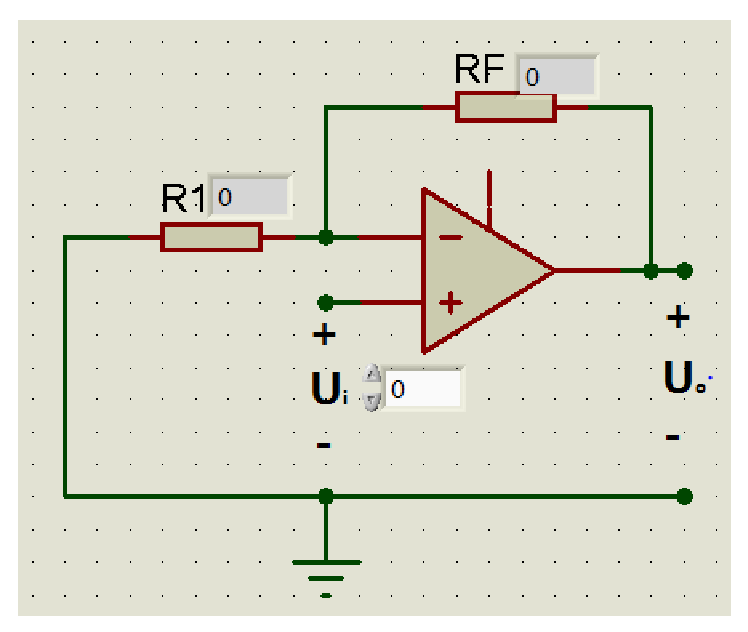


图 7 同向比例器

（2）结论

反相比例器:$U_0=-R_f\div R_1\times u_i$

同向比例器:$U0=(1+R_2\div R_1)u_i$

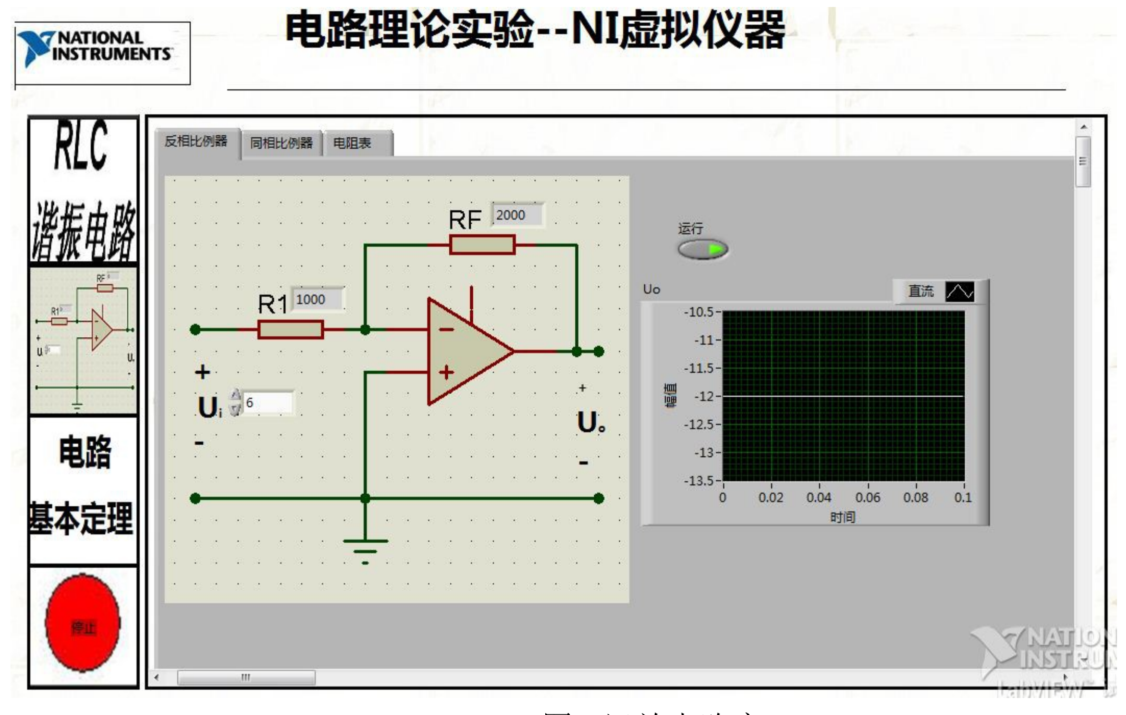


图 8 运放电路窗口

4.电路基本定理

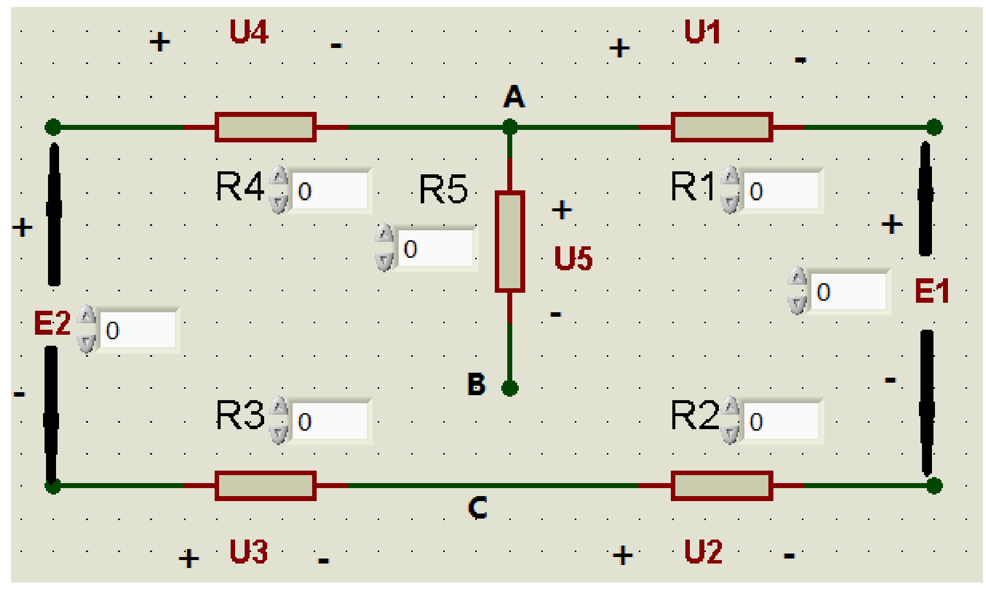


图 9　电路基本定理电路图

I 验证 KCL,KVL,验证特勒根定理之一。

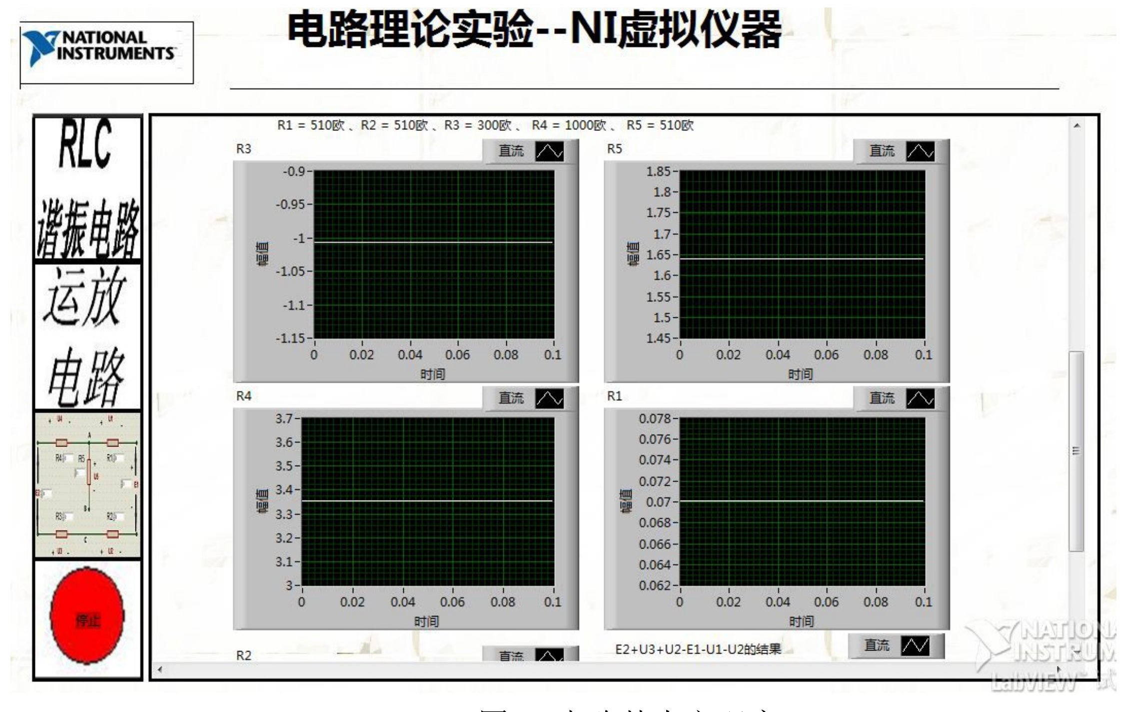


图 10 电路基本定理窗口

II 加深对线性电路的特性——迭加性和其次性的认识

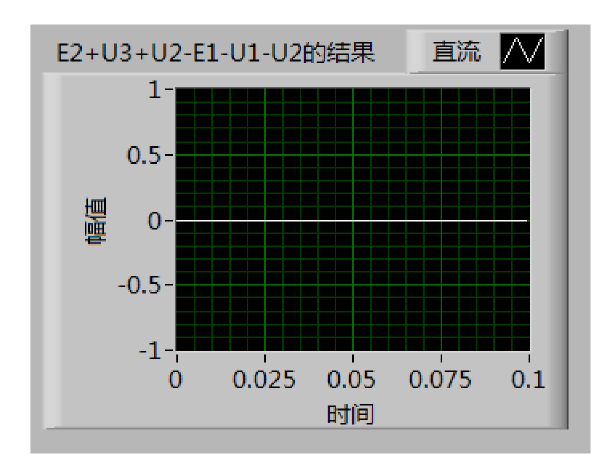


图 11 电路基本定理验证迭加性部分

5.结束语

本文所述基于 labVIEW 的电路基本实验系统，从实验结果我们可以看出，程序设计仿真效果理想，反映出了电路的现象和规律。系统充分利用了 labVIEW 用软件代替仪器的特点，具有良好的用户界面，操作简单，便于理解等特点，避免了课堂上学生不能直观的理解电路及实验教学中软硬件结合不够等问题，适合在电路教学中推广应用。

参考文献

[1]武一等.基于 labVIEW 实现数字电路的仿真[J].微计算机信息，2007(10):259-261

[2]王红晨.基于 labVIEW 的 LRC 串联电路谐振特性的研究[J].海南师范大学学报(自然科学版),2009(1):21-22

[3] 陈希有.电路理论基础[M].北京：高等教育出版社，2007.